

STUDI KELAYAKAN PENGOLAHAN SAMPAH B3 INFEKSIUS SECARA TERMAL DI RUMAH SAKIT PARU DR.H.A.ROTINSULU

Mamat⁽¹⁾, Moeryanto⁽²⁾,Dedih⁽³⁾,Entis Sutisna⁽⁴⁾, Intab, Suryatin⁽⁵⁾
Pusat Penelitian Fisika – LIPI^(1,2,3,4,5)
Jln.Sangkuriang (komplek LIPI) No. 21/154D, Bandung 40135
Telp : (022) 250 3032, 250 7773 – Fax : (022) 250 3050
Email : ir_mamat@yahoo.com⁽¹⁾

Abstrak

Suatu rumah sakit kualifikasi B mempunyai rawat inap sebanyak 150 pasien dan setiap harinya rata – rata memproduksi sampah sebanyak 225 kg. Komposisi sampah terdiri dari 98 % sampah organik dan 2 % sampah anorganik. Sampah organik ada dua jenis yaitu 77.98 % gradable dan 22.08 % (49.68kg/hari) degradable. Setiap rumah sakit diwajibkan mempunyai pengolahan limbah yang tertuang di dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 986/Men Kes/Per/XI/1992, pelaksanaannya mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor: 18 Tahun 1999 Pasal 34 dan produk pembakarannya mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor :13/MenLH/3/1995. Suatu perusahaan pengolahan sampah B3 di Bogor mempunyai tarif harga untuk setiap kilogramnya Rp 10.000 dan biaya transportasi Rp 2.000, maka total biaya pengolahan Rp 12.000. Dengan demikian, biaya pembuangan sampah B3 yang harus dibayar oleh rumah sakit tersebut setiap harinya Rp 596.160 dan setiap tahunnya dilakukan 300 kali pembuangan dengan biaya Rp 178.848.000. Bila pembakaran sampah B3 tersebut dilakukan sendiri menggunakan insinerator tipe PPF – OF CCSM 0.75 dan biaya operasi setiap tahunnya diperoleh Rp 114.137.500, maka penghematan biaya pengolahan setiap tahunnya diperoleh Rp 64.710.500. Biaya investasi pengadaan insinerator dan sarannya adalah Rp 660.000.000, maka titik impas biaya investasi pengadaan insinerator dan sarannya diperoleh selama 10 tahun dan 2 bulan.

Kata kunci: biaya, investasi, insinerator, sampah

PENDAHULUAN

Untuk menunjang berkembangnya pertumbuhan penduduk, peningkatan status sosial dan juga aktivitas perdagangan mempunyai dampak meningkatnya kebutuhan jaminan kesehatan. Dengan demikian, semakin meningkat pula akan kebutuhan pembangunan rumah sakit untuk menunjang kesehatan masyarakat. Produk sampah dari rumah sakit umumnya seperti kain bahu luka, kapas penutup luka, plastik untuk cairan infuse, daging dari proses operasi, tulang proses operasi, obat kedahurva, kertas bungkus obat dan sisa makanan, sebagian besar sampah tersebut termasuk jenis sampah B3 yang tidak boleh dibuang sembarang tempat. Pengolahan sampah B3 khususnya sampah rumah sakit saat ini masih menjadi masalah yang serius, sehingga dipandang perlu mengembangkan insinerator untuk pembakaran sampah B3. Data – data sampah hasil survey di suatu rumah sakit yang berlokasi di kotamadya Bandung pada tahun 2007 dapat dilihat pada Tabel 1.

Inovasi teknologi pembakaran pada insinerator ini khususnya dilakukan pada sistem distribusi udara dan wptai panas ke ruang bakar. Untuk mendistribusikan udara secara merata ke ruang bakar utama pada samping kanan dan kiri dinding ruang bakar dipasang nosel, sehingga pecampuran antara udara dan sampah relatif lebih homogen, maka indeks oksigen untuk melaksanakan pembakaran sampah secara sempurna dapat dipenuhi. Pada dinding kiri ruang bakar kedua dipasang juga nosel udara yang ditempatkan sejajar *barier* supaya kebutuhan udara dapat dipenuhi untuk melaksanakan pembakaran gas hidrokarbon secara sempurna. Distribusi udara masing – masing nosel melalui *header* agar supaya laju udara relatif lebih sama.

Kunci utama untuk mencapai kinerja insinerator optimum, maka temperatur operasi di dalam ruang bakar kedua harus mencapai temperatur di atas 800 °C dan stabil. Inovasi teknologi pembakaran yang digunakan pada insinerator ini merupakan baru dan orisinal. Insinerator ini mempunyai beberapa keunggulan yaitu beroperasi secara stabil pada

temperatur 800 – 1300 (°C), memungkinkan *combustion efficiency* dan *destruction and removal efficiency* mencapai 99,99%, mampu untuk pembakaran sampah organik B3 (sampah rumah sakit), insinerator ini mampu mereduksi volume sampah antara 95 – 99 (%) dan ramah terhadap lingkungan.

Tabel 1. Data sampah tahun 2007

No	Jenis Sampah	Komposisi Sampah (%)
01	Organik	16,6
02	Sisa makanan	10,28
03	Kertas	10,52
04	Kapas	2,94
05	Plastik infuse dan kemasan	11,86
06	Darah dan daging	2,12
07	Kain balut	40,29
08	Karet	1,03
09	Styfoam	1,55
10	Botol obat	1,17
11	Lain – lain	4,82

Pembakaran sampah B3 dengan teknologi insinerator bisa juga menimbulkan masalah, bila teknologi sistem pembakaran sampah tersebut tidak memenuhi *stoichiometry burning* dan tidak memenuhi ketentuan teknis yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah. Dengan demikian, produk pembakaran sampah di dalam insinerator memungkinkan terbentuknya gas – gas beracun (seperti gas dioksin, gas karbon monoksida dan lain – lain) yang mempunyai dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Untuk mencegah terbentuknya gas beracun melebihi ambang batas baku mutu lingkungan, maka spesifikasi insinerator yang dibuat harus sesuai dengan karakteristik dan kapasitas sampah yang dibakar. Untuk mengendalikan temperatur operasi ruang bakar insinerator dilengkapi sensor pengendali, maka temperatur di dalam ruang bakar mudah dikendalikan.

Perumusan Masalah

Umumnya produk dari suatu proses pembakaran sampah organik padat B3 mempunyai kandungan gas karbon monoksida (gas CO) yang terkandung di dalam gas buang di atas ambang batas baku mutu lingkungan. Sampah rumah sakit umumnya mempunyai komponen sampah seperti plastik, kain balut dan kapas sebagai pemicu terbentuknya gas – gas beracun selama proses

pembakaran berlangsung, sehingga mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Dengan demikian, pembakaran sampah B3 khususnya sampah rumah sakit tidak boleh dibakar di udara terbuka. Gedung rumah sakit Dr.H.A.Rotinsulu sebagai lokasi pemasangan insinerator dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gedung rumah sakit Dr.H.A.Rotinsulu

Untuk mengatasi gas – gas beracun yang ditimbulkan dari pembakaran sampah B3 khususnya sampah rumah sakit, perlu penyempurnaan teknologi pembakaran supaya mampu mereduksi atau mencegah terjadinya gas – gas beracun yang terbentuk selama pembakaran berlangsung. Temperatur operasi 785 °C selama 0,5 detik mampu mereduksi gas karbon monoksida (gas CO) sebanyak 90 %. Dengan *residence time* di atas dua detik dan temperatur operasi 800 – 1300 (°C), relatif lebih tinggi dari temperatur bakar gas karbon monoksida (620 °C), maka waktu bakar relatif lebih cepat dari 0,5 detik dan mampu mereduksi gas CO sebanyak 90 %. Gas dioksin mulai tereduksi pada temperatur 800 °C, maka temperatur operasi mencapai 1300 °C dapat menetralkan gas dioksin 100 %.

Ada empat faktor yang perlu diperhatikan untuk mencapai temperatur operasi stabil yaitu distribusi udara ke ruang bakar harus konstan laju massanya, tidak oksigen bahan bakar dapat dipamahi, kebutuhan suplai panas dapat dipamahi dan *residence time*. Pada ruang bakar utama dan kedua masing – masing dipasang suatu sensor temperatur untuk mengendalikan temperatur operasi di dalam ruang bakar. Informasi dari sensor dikirim lewat *thermal switch* dan dikonek ke *burner*, sehingga operasi *burner* di dalam ruang bakar utama dan ruang bakar kedua dapat dikendalikan sesuai kebutuhan. Untuk menjaga kestabilan temperatur pada ruang bakar kedua, perlu dipasang dua unit *burner* supaya suplai panas ke ruang bakar dapat dipamahi.

Insinerator tersebut dilengkapi *gas filter* dan air sebagai medianya, sehingga gas buang beracun yang memamahi baku mutu lingkungan yang ke luar dari cerobong. Suatu nozzle pada *gas filter* mempunyai diameter lubang orifis 3 mm sebanyak 10 lubang, dibuat melingkar dan bertingkat 10, sehingga *water spray* berbentuk serabut air bertingkat, maka abu yang terbawa gas buang sangat efektif dapat ditangkap dan

diendapkan. Untuk menghemat pemakaian air *gas filter* selama operasi berlangsung digunakan sistem sirkulasi. Air bilas yang mengandung abu tidak boleh dibuang ke *drainage* atau digunakan langsung sebagai media *filter*, namun perlu diolah terlebih dahulu di dalam suatu bak pengendap supaya tidak menimbulkan kerusakan pada pompa.

Aliran pembuangan gas hasil pembakaran sampah di dalam ruang bakar dibuang lewat cerobong. Agar supaya tekanan gas hasil pembakaran di dalam ruang bakar negatif, maka *pressure draft* harus lebih besar dari *pressure drop*, maka hasil analisis tinggi cerobong diperoleh 18 m dan diameter 0,385 m. Material cerobong dibuat dari SA 34 dan mengacu pada standar *ASME II* bahwa temperatur operasi yang diijinkan pada plat cerobong maksimum 325 °C. Untuk menghindari perubahan struktur material yang mempunyai dampak negatif terhadap kekuatan material, maka modul satu dan dua cerobong menggunakan sistem pendingin *water jacket*. Air pendingin yang ke luar dari *jacket* mempunyai temperatur 50 °C dan air tersebut dialirkan ke dalam kolam pendingin agar temperatur air turun menjadi 25 – 30 (°C), sehingga air tersebut dapat dimanfaatkan kembali sebagai pendingin untuk *jacket* cerobong. Kolam pendingin air sistem bertingkat agar aliran membentuk *film*, sehingga terjadi perpindahan panas secara konveksi dan konduksi, sehingga penurunan temperatur air menjadi relatif lebih cepat. Konstruksi cerobong dibuat sistem modul sambungan antara satu dan yang lainnya menggunakan sambungan mur baut, supaya mudah mobilisasinya, namun biaya pembuatannya relatif lebih mahal.

Strategi Kolektor Sampah

Pada proses pengumpulan sampah dilakukan pengelompokan sesuai dengan jenisnya. Kegiatan tersebut mengikut sertakan komunitas karyawan instansi tersebut supaya menimbulkan kesadaran untuk menjaga kebersihan lingkungan setempat. Dengan demikian, karyawan, pasien dan pengunjung mempunyai rasa tanggung jawab terhadap lingkungannya dan menumbuhkan minat mengumpulkan sampah dengan kesadaran sendiri sesuai jenisnya untuk dimasukkan ke dalam kotak sesuai peruntukannya. Strategi untuk menumbuhkan rasa tanggung jawab kebersihan daerahnya sendiri dan ikut peran serta menjaga lingkungan dari polusi sampah. Ada dua tahapan yaitu jangka pendek dibuahkan tempat sampah sesuai jenisnya yang ditempatkan di daerah tempat berkumpulnya pengunjung, ruang inap, ruang dokter dan lain – lain. Untuk jangka panjang diterapkan penerangan baik berupa tulisan dan juga menggunakan media elektronik.

PEMILIHAN INSINERATOR

Kapasitas Insinerator

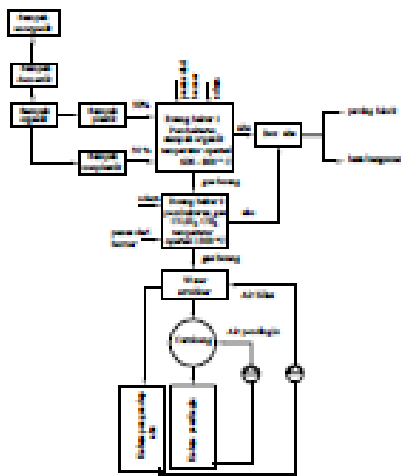
Insinerator PPF – OF.CCSM 0.75 mempunyai dua ruang bakar dengan total volume ruang bakar 1.792 m³, volume ruang bakar utama 1.132 m³ dan volume ruang bakar kedua 0,64 m³, maka total volume ruang bakar 1.792 m³. Insinerator ini beroperasi pada temperatur 800 – 1300 (°C), mempunyai kapasitas bakar 75 kg/jam dan kadar airnya 40 %. Suatu rumah sakit kualifikasi kelas B mempunyai ± 150 pasien rawat inap dan produksi sampah rata – rata 225 kg/hari. Waktu efektif yang diperlukan untuk pembakaran sampah tersebut selama 3 jam. Dengan demikian, kebutuhan insinerator untuk membakar produksi sampah rumah sakit yang mempunyai kualifikasi kelas B hanya diperlukan satu unit insinerator. Kebutuhan waktu untuk *start up*, *loading*, dan pembilasan pada saat berakhirnya operasi membutuhkan waktu selama 2 jam, maka setiap harinya total waktu pengoperasian insinerator selama 5 jam. Insinerator tipe PPF – OF CCSM 0.75 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Insinerator tipe PPF – OF CCS 0.75

Insinerator adalah suatu sistem pembakar sampah yang beroperasi pada temperatur tinggi, proses dan temperatur pembakaran di dalam ruang bakar mudah dikendalikan sesuai kebutuhan. *Combustion Efficiency* dan *Destruction and Removal Efficiency* dapat mencapai 99,99 %, mampu mereduksi volume sampah 95 – 99 (%), dan emisi gas buang dari hasil pembakaran sampah rumah terhadap lingkungan. Diagram blok dari sistem insinerator dapat dilihat pada Gambar 3.

Sistem Insinerator



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Insinerator

Ruang Bakar

Insinerator untuk pembakaran sampah organik padat dengan kandungan plastik lebih lebih besar dari 10 % dari total sampah yang dibakar mempunyai dua ruang bakar yaitu ruang bakar utama yang beroperasi pada temperatur 700 – 800 (°C) dan ruang bakar kedua yang beroperasi pada temperatur 800 – 1300 (°C). Namun dalam praktiknya ruang bakar utama diset pada temperatur 800 °C dan ruang bakar kedua diset pada temperatur 1300 °C. Bila suplai udara tidak memenuhi ketentuan *stoichiometry burning* akan terjadi pembakaran tidak sempurna, sehingga temperatur pembakaran relatif lebih rendah, maka akan terbentuk gas 3C, gas CO, gas CH₄, dan juga gas beracun lainnya misalnya dioksin, klorin dan lain – lain. Ketentuan Emisi dari suatu pembakaran mengacu pada Peraturan Pemerintah Kep :13/Men LH/3/1995 dapat dilihat pada Tabel 2.

Dilihat di dalam Tabel tidak tercantum ketentuan besaran gas dioksin yang diijinkan, namun ketentuan besaran dioksin menurut standar Amerika batas aman untuk manusia dewasa 15 piko perkg berat badan dan untuk balita 0.05 piko perkg berat badan. Agar supaya gas yang ke luar dari cerobong rumah lingkungan, maka gas hidrokarbon dialirkan ke ruang bakar kedua dan dicampur dengan udara kemudian dibakar secara sempurna pada temperatur 800 – 1300 °C. Khusus gas dioksin teroksidasi pada temperatur 700 °C, maka gas dioksin dibakar pada temperatur 1300 °C dapat netral 100 %.

Tabel 2. Government Regulation on Emission Gas of Incinerator

No	Parameter	Kep.No. 13/Men.LH/3/95 valid until 1999 (mg/Nm ³)	Kep.No. 13/Men.LH/3/95 valid until 2000 (mg/Nm ³)	Kep.No. 13/Men.LH/3/95 valid until 2001 (mg/Nm ³)
Non Metal				
1	HCl	1	0.5	-
2	Cl ₂	15	10	-
3	HCl ₃	10	5	70
4	HF	20	10	10
5	H ₂ O ₂	1,700	1,000	300
6	Opacity	40 %	35 %	10 %
7	Particle	400	350	50
8	SO ₂	1,500	800	250
9	H ₂ S	70	35	-
10	CO	-	-	100
11	CH ₄	-	-	35
Metal				
12	Hg	10	5	0.2
13	Au	25	8	1.0
14	Se	25	8	-
15	Cd	15	8	0.2
16	Zn	100	50	-
17	Pb	25	12	5.0
18	Cr	-	-	1.0
19	Tl	-	-	0.2

Burner

Oil fuel burner berfungsi untuk mensuplai panas ke ruang bakar dengan temperatur operasi melebihi temperatur bakar sampah. *Oil fuel burner* tersebut dilengkapi suatu *blower* yang berfungsi untuk mensuplai udara yang dialirkan lewat orifis supaya terjadi turbulensi, sehingga terbentuk campuran homogen antara udara dan bahan bakar, maka pembakaran bahan bakar secara sempurna dapat dilaksanakan.

Pada ruang bakar utama dipasang dua buah *burner*. Pada ruang bakar kedua dipasang dua *burner* dengan kapasitas sama seperti pada ruang bakar utama. *Burner* ini mengkonsumsi bahan bakar minyak solar atau minyak tanah masing – masing 30 liter /jam atau setara dan masing – masing *burner* menghasilkan *output* panas 232 kW. Dengan pertimbangan efisiensi pembakaran, sehingga dalam praktiknya secara aktual konsumsi bahan bakar *burners* tersebut hanya diset 25 liter/jam dan *output* panas yang diperoleh 180 kW.

Varibel temperatur merupakan alat pengendali *burner*, sehingga temperatur yang terjadi di ruang bakar utama dan kedua selama proses berlangsung dapat diatur sesuai kebutuhan. Temperatur ruang bakar utama diset pada 800 °C dan ruang bakar kedua diset pada 1300 °C dan histerianya ± 20 °C. Bila temperatur operasi di dalam ruang bakar utama mencapai temperatur maksimum histerianya (820 °C) *burner* secara otomatis "OFF", dan terjadi penurunan temperatur hingga temperatur minimum histerianya

(780 °C), maka *burner* secara otomatis "ON". Begitu juga temperatur operasi di dalam ruang bakar kedua mencapai temperatur maksimum historisnya (1320 °C) *burner* secara otomatis "OFF", dan terjadi penurunan temperatur hingga temperatur minimum historisnya (1280 °C), maka *burner* secara otomatis "ON". Temperatur kritis operasi diset 1400 °C, bila alat pengendali temperatur di dalam ruang bakar tidak berfungsi, sehingga temperatur operasi mencapai kritis, maka secara otomatis semua *burner* yang dipasang pada ruang bakar utama dan kedua "OFF".

ANALISIS BIAYA

Biaya Operasional

Kebutuhan bahan bakar selama operasi berlangsung ditentukan oleh kualitas dan juga kandungan air sampah. Bila diasumsikan bahwa insinerator ini dioperasikan setiap harinya secara efektif 7 jam dan setiap bulannya dioperasikan selama 30 hari dan pengoperasian setiap tahunnya 10 bulan. Diasumsikan bahan bakar yang digunakan minyak solar dan harga saat ini adalah Rp 5.500. Bila insinerator yang dipakai tipe PFF - OF/CCSM 0.75 dan sampah mempunyai kandungan air rata - rata 40 %, konsumsi bahan bakarnya adalah 20 liter/m³ dan setiap satu meter kubik sampah seberat 150 kg. Jadi bahan bakar minyak solar yang dibutuhkan untuk mengoperasikan insinerator tersebut sebanyak 30 liter/hari. Harga minyak solar saat ini setiap liternya Rp 5.500, sehingga biaya bahan bakar untuk mengoperasikan insinerator setiap harinya sebesar Rp 165.000, maka biaya bahan bakar untuk setiap bulannya sebesar Rp 4.950.000.

Kebutuhan tenaga listrik untuk mengoperasikan peralatan insinerator sebagai berikut: Daya *blower* 1.7 kW, pompa 1.4 kW dan *burner* 1 kW, maka total daya adalah 4.1 kW dan daya listrik yang harus disediakan adalah 10 kW. Tarif listrik yang dipakai P1 TR 2200 VA sampai 200 kVA diperoleh biaya beban Rp 32 /kVA, biaya beban diperoleh sebesar Rp 120.000, biaya pemakaian Rp 605/kWH diperoleh Rp 2.343.750. Operator yang dibutuhkan untuk mengoperasikan insinerator tersebut sebanyak 2 orang, honorarium masing - masing operator sebesar Rp 1.000.000, maka total honorarium untuk operator Rp 2.000.000/ bulan. Jadi total biaya yang dibutuhkan untuk memanjng pengoperasian insinerator selama satu bulan sebesar Rp 9.413.750. Biaya perawatan setiap tahunnya sebesar Rp 20.000.000, maka biaya pengoperasian satu unit insinerator dalam waktu satu tahun sebesar Rp 114. 137.500 dan biaya operasi setiap hari Rp 380.458

Biaya Fasilitas Insinerator

Insinerator ini harus dipasang di dalam bangunan yang ada atapnya, supaya umur pakai sistem elektronika relatif lebih tahan lama. Total lahan yang dibutuhkan untuk tempat pengoperasian insinerator adalah (20 x

30) m adalah 600 m², luas bangunan untuk insinerator adalah (8 x 10) m adalah 80 m², harga standar konstruksi baja Rp 1.200.000/m², maka biaya bangunan adalah Rp 96.000.000. Biaya pembuatan kolam pengendap dan kolam ukuran (2 x 3) m Rp 8.000.000, biaya kolam pendingin ukuran (1.5 x 1 x 1.5) m x 5 adalah Rp 8.000.000. Pemasangan daya listrik dari PLN sebesar 45 kW adalah Rp 8.000.000-, pembuatan *drainage* diestimasi lebar (0.3 x dalam 0.6 x panjang 20) m konstruksi bata Rp 10.000.000. Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin water *scrubber* dan juga *water jacket* dari insinerator perlu sumber air yang mempunyai kapasitas 10 m³/jam dan biaya pengadaan penampungan Rp 30.000.000. Biaya investasi pengadaan suatu unit insinerator tipe PFF - OF/CCSM0.75 dan sarana penunjangnya sebesar Rp 160.000.000.

Biaya Investasi

Biaya pengadaan insinerator Rp 500.000.000, biaya penunjang sebesar Rp 160.000.000, maka biaya tetapnya sebesar Rp 660.000.000.

Titik Impas

Produksi sampah dari rumah sakit Dr.H.A.Rotinsulu di Bandung sebanyak 225 kg/hari dan sampah berupa B3 adalah 22.08 % atau 49.68 kg, bila sampah tersebut diolah dipengolahan sampah B3 di Bogor dan biaya pengolahan setiap kilogramnya sampah B3 Rp 10.000/kg dan biaya transportasi setiap kilogramnya sebesar Rp 2.000, maka total biaya pengolahan diperoleh Rp 12.000/kg. Bila insinerator ini dioperasikan setiap tahunnya 300 hari, dan sampah diolah sendiri oleh rumah sakit tersebut, sehingga biaya pendapatan pengolahan sampah B3 setiap harinya sebesar Rp 596.160 dan pendapatan setiap tahunnya diperoleh Rp 178.848.000. Jadi biaya pengolahan penghematan pengolahan sampah B3 setiap tahunnya diperoleh Rp 64.710.500, maka titik impasnya selama 10 tahun dan 2 bulan.

KESIMPULAN

1. Dengan adanya insinerator produksi sampah dari rumah sakit tersebut dapat dibakar yang tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.
2. Lingkungan rumah sakit bersih dan polusi sampah dapat ditekan seminimal mungkin.
3. Biaya operasional insinerator setiap tahunnya yang harus ditanggung oleh rumah sakit sebesar Rp 114. 137.500 dan pendapatan setiap tahunnya diperoleh Rp 178.848.000. Jadi penghematan biaya pengolahan sampah B3 setiap tahunnya diperoleh Rp 64.710.500, maka titik impasnya selama 10 tahun dan 2 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bruner .Calvin R. ,(1988), "*Handbook Incineration System*" Second Edition ,McGraw - Hill, Inc - New York.
- [2] Widyanusko H.Dr.rer.nst,(2000), "*Diagnosis Sumber Perilaku Toksikitas*" Edisi Pertama, PT.Dinastindo Adiparkasa Internasional,Jln.Semopati No.54, Kebayoran baru Jakarta 12110.
- [3] Mamat,(2004), "Evaluasi Insinerator Tipe PFF - GFLB1.50 Yang Dioperasikan di Kawasan Industri gas PT.NICO Indonesia di Muara Badak Kalimantan - Timur",*Prosiding Seminar Nasional Teknik Proses Kimia VI, Universitas Indonesia,*
- [4] Soeharto Inan,(1993), "*Manajemen Proyek*", Edisi Pertama, Penerbit Erlangga, Jln.H.Baping Raya No. 100, Ciracas, Jakarta 13740.